

低门尼粘度导电三元乙丙橡胶材料的性能研究

高茜, 李祯, 张娟, 王莹

(咸阳职业技术学院, 陕西 咸阳 712046)

摘要: 从生胶种类、炭黑用量、增塑剂种类及硫化体系对EPDM性能的影响进行了研究, 结果表明: 选取75份EPDM8550与50份EPDM4869并用, N550炭黑40份与导电炭黑20份并用时, 加入增塑剂石蜡油, 选用不溶性硫磺0.5、TRA 0.3、DM 1.5、BZ 1.0、DTDM 2.0的硫化体系制备的EPDM门尼粘度较低, 具备良好的物理机械性能和导电性能。

关键词: 三元乙丙橡胶; 低门尼粘度; 导电炭黑

中图分类号: TQ333.4

文献标识码: A

文章编号: 94047-(2018)02-051-03

三元乙丙橡胶(EPDM)以其优良的耐高温性能、耐候性能、耐老化性能和耐化学腐蚀性能, 广泛应用于电力、通信、军工、航空及航天等领域^[1]。一方面, 对于体积较大、一次注塑成形的三元乙丙橡胶制品, 在加工过程中需要其具备良好的流动性, 这就要求胶料的门尼粘度要保持在较低的水平范围; 另一方面, 三元乙丙橡胶优异的电绝缘性能, 易使电荷聚积产生静电, 造成吸尘、电击, 甚至产生火花导致爆炸等恶性事故的发生^[2], 不良的导电性严重制约了其在化工、炼油、矿井等领域的应用。为使三元乙丙橡胶(EPDM)具备较低的门尼粘度和较好的导电性能, 本文主要从生胶种类、炭黑用量、增塑剂种类及硫化体系的选择研究其对EPDM性能的影响。

1 实验部分

1.1 主要原材料

EPDM(8550), 朗盛化学; EPDM(4869),

朗盛化学; 炭黑, 美国卡博特公司; 导电炭黑, 天津利华; 氧化锌、硬脂酸、防老剂、增塑剂、硫化剂、促进剂等均为橡胶工业市售品。

1.2 主要仪器与设备

开炼机(XK-160A), 上海橡胶机械厂; 平板硫化机(QLB-D), 江苏海门县轻工机械厂; 老化试验箱(401A), 上海实验仪器总厂; 电子拉力机(PT-1176P), 台湾宝大国际仪器有限公司; 硫化仪(MDR-2000E), 无锡蠡园电子化工设备厂; 门尼粘度仪(UM-2050)。

2 结果与讨论

2.1 生胶种类对EPDM性能的影响

本文选用门尼粘度为50的朗盛化学EPDM8550作为实验生胶, 为了获得较好的加工性和较低的门尼粘度, 选取100%充油的EPDM4869进行并用, 研究其对EPDM物理机械性能、老化性能、门尼粘度及硫化特性的影响。

表1 生胶种类对EPDM性能的影响

项目	生胶种类 性能	EP8550	EP8550:EP4869	EP8550:EP4869	EP8550:EP4869	EP4869
		100份	75:50	50:100	25:150	200份
物理机械性能	邵尔A 硬度/度	45	42	39	38	36
	拉伸强度/Mpa	10.6	10.3	9.9	9.2	8.9
	断裂伸长率/%	620	675	725	755	815
	撕裂强度/ N/mm	19.3	21.1	20.6	18.5	19.4

收稿日期: 2018-03-17

基金项目: 咸阳职业技术学院科学研究基金项目(2016KYC08)

作者简介: 高茜(1983—), 女, 讲师, 硕士。主要从事高分子材料方向研究。

老化性能 70℃,336h	拉伸强度 变化率 / %	+15	+18	+20	+21	+25
	断裂伸长率 变化率 / %	-32	-35	-39	-40	-42
硫化特征	T ₁₀ / min	4.02	4.42	4.66	5.32	5.58
	T ₉₀ / min	9.51	10.33	11.51	11.68	12.99
电阻率 / Ω·cm		2230	2180	2370	2150	2090
门尼粘度 ML100 (1+4) / MU		32.5	19.9	16.3	14.2	10.5

基本配方: EPDM, 100; 增塑剂, 100; 氧化锌, 5; 硬脂酸, 1; 防老剂RD, 1.5; N550, 60; 轻质碳酸钙, 20; 不溶性硫磺, 0.5; 促进剂DTDM, 2; 促进剂DM, 1.2; 促进剂BZ, 1; 促进剂TRA, 0.3。

由表1可以看出, 随着充油EPDM4869用量的增加, 硫化胶的硬度、门尼粘度和拉伸强度随之降低, 断裂伸长率逐渐增大, 老化性能变差, 硫化时间延长。研究同时发现, 五种硫化胶的电阻率变化

幅度保持在15%以内。在保证EPDM具备稳定的物理机械性能、较好的老化性能及足够的焦烧时间的前提下, 为使硫化胶呈现良好的流动性, 具备较低的门尼粘度, 本文选取75份EPDM8550与50份EPDM4869并用适合的生胶类型。

2.2 炭黑用量对EPDM性能的影响

本文选用N550炭黑及导电炭黑填充EPDM, 炭黑不同用量对EPDM物理性能、导电性能及门尼粘度的影响见表2。

表2炭黑用量对EPDM性能的影响

性能 \ 炭黑用量	N550 炭黑 (60)	N550: 导电炭黑 (55:5)	N550: 导电炭黑 (50:10)	N550: 导电炭黑 (45:15)	N550: 导电炭黑 (40:20)	N550: 导电炭黑 (35:25)	N550: 导电炭黑 (30:30)
邵尔 A 硬度 / 度	38	39	41	42	43	45	48
扯断伸长率 / %	685	665	650	610	580	540	505
拉伸强度 / Mpa	9.8	10.2	10.4	10.9	11.2	11.1	10.8
电阻率 / Ω·cm	2368	1474	1050	668	168	145	128
门尼粘度 ML100 (1+4) / MU	14.4	15.2	17.8	18.8	19.6	26.6	34.3

基本配方: EPDM8550, 75; EPDM4869, 50; 石蜡油, 75; 氧化锌, 5; 硬脂酸, 1; 防老剂RD, 1.5; 轻质碳酸钙, 20; 不溶性硫磺, 0.5; 促进剂DTDM, 2; 促进剂DM, 1.2; 促进剂BZ, 1; 促进剂TRA, 0.3。从表2可以看出, 随着导电炭黑用量的增加, 硫化胶的硬度、门尼粘度随之升高, 伸长率和电阻率逐渐降低, 拉伸强度表现为先升高再降低。分析原因认为, 导电炭黑由于粒径较小, 结构性较高, 其对EPDM的补强效果优于N550炭黑^[3]; 同时发现, 炭黑的粒径越小, 炭黑粒子间越容易形成空间网络通道结构^[4], 从而更利于电荷在胶料内部的移动。当导电炭黑用量大于20份后, 硫化胶的电阻率趋于稳定, 而门尼粘度随之增大, 因此选用N550炭黑40份与导电炭黑20份并用作为适合的炭黑用量。

2.3 增塑剂种类对EPDM性能的影响

增塑剂的加入能够有效降低EPDM的门尼粘度, 赋予胶料良好的流动性, 便于加工和成型。增塑剂石蜡油、环烷油及芳香油对EPDM性能的影响见表3。

表3增塑剂种类对EPDM性能的影响

性能 \ 增塑剂	石蜡油	环烷油	芳香油
邵尔 A 硬度 / 度	40	42	43
扯断伸长率 / %	685	625	590
拉伸强度 / Mpa	11.0	10.3	9.7
电阻率 / Ω·cm	182	229	287
门尼粘度 ML100 (1+4) / MU	18.4	24.2	26.8

基本配方: EPDM8550, 75; EPDM4869, 50; 增塑剂, 75; 氧化锌, 5; 硬脂酸, 1; 防老剂

RD, 1.5; 轻质碳酸钙, 20; 炭黑N550, 40; 导电炭黑, 20; 溶性硫磺, 0.5; 促进剂DTDM, 2; 促进剂DM, 1.2; 促进剂BZ, 1; 促进剂TRA, 0.3。

从表3可以看出, 加入石蜡油的EPDM具备较好的物理机械性能, 较低的电阻率及门尼粘度。同时, 石蜡油具有较低的芳香烃含量和挥发性, 低芳香烃含量能够提高橡胶的抗氧化降解性能, 而低挥发性有助于防止胶料老化收缩, 在改善橡胶制品的外观的同时, 能够延长橡胶制品的使用寿命^[5]。因此选择石蜡油作为低门尼粘度导电三元乙丙橡胶材料理想的增塑剂。

2.4 硫化体系对EPDM性能的影响

不同的硫化体系对混炼胶的门尼粘度、焦烧时间、硫化速度、交联键型及物理机械性能均有影响。根据EPDM配方中的生胶比例, 选择不溶性硫磺0.5份作为硫化剂, 采用正交实验法, 研究促进剂TRA、DM、DTDM、BZ的用量对EPDM性能的影响。

表4正交试验的因子和水平

水平	A (DM)	B (BZ)	C (DTDM)	D (TRA)
1	1.0	0.5	1.0	0.2
2	1.5	1.0	1.5	0.4
3	2.0	1.5	2.0	0.6

表5 正交试验组合

试验号 因子	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	1	1	1	2	2	2	3	3	3
B	1	2	3	1	2	3	1	2	3
C	1	2	3	2	3	1	3	1	2
D	1	2	3	3	1	2	2	3	1

表6 L9(34)正交试验结果

性能 序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
邵尔 A 硬度 / 度	29	36	42	39	41	40	42	39	43	
扯断伸长率 / %	785	725	660	680	630	650	705	690	560	
拉伸强度 / MPa	7.8	8.6	10.2	9.4	10.9	10.8	9.8	9.5	11.4	
电阻率 / $\Omega \cdot \text{cm}$	1120	441	357	657	179	220	146	885	469	
硫化特性 (160℃ × 20min)	ML/ Nm	0.12	0.13	0.15	0.12	0.13	0.13	0.14	0.13	0.15
	MH/ Nm	0.68	0.76	0.88	0.82	0.96	0.93	0.84	0.87	0.99
	T10/ min	5.24	4.98	2.62	4.02	4.32	3.69	3.83	2.88	3.18
	T90/ min	18.2	16.4	8.7	10.1	11.6	10.8	11.8	9.1	8.3
门尼粘度 ML100 (1+4) / MU	14.4	15.2	17.8	18.8	16.6	19.6	22.3	17.9	26.8	
门尼焦烧 120℃ /min	24.9	23.8	16.8	20.2	22.5	19.5	18.1	16.3	15.6	

基本配方: EPDM8550, 75; EPDM4869, 50; 石蜡油, 75; 氧化锌, 5; 硬脂酸, 1; 防老剂 RD, 1.5; 轻质碳酸钙, 20; N550, 40; 导电炭黑, 20; 不溶性硫磺, 0.5。

从表6可以看出, 随着促进剂TRA用量的增

加, 硫化胶的硫化速度加快, 焦烧时间缩短; 增加促进剂DTDM的用量, 硫化胶的电阻率逐渐下降; 增加促进剂BZ的用量, 硫化胶的拉伸强度逐渐增大。在实验过程中发现, 当促进剂BZ用量大于

(下转第64页)